

論文審査の結果の要旨

氏名 中西裕之

本論文は4部(8章)からなり、第1部のイントロダクションに続き、第2部では天の川銀河の星間物質の大局的な三次元的構造についての研究結果、第3部では近傍の銀河団であるおとめ座銀河団の渦巻き銀河についての研究結果が示され、第4部で全体がまとめられる構成を取っている。

第1章(第1部)では、渦巻き銀河中の星間物質の電波観測による知見について、とくに銀河スケールで見た中性原子ガス成分と分子成分の存在量およびその比、天の川銀河中の原子ガスおよび分子ガスの大局的分布、おとめ座銀河団の渦巻き銀河中の星間ガスに対する環境効果、の観点から概観されている。

第2章(第2部)では、天の川銀河について、中性水素原子が放射する波長21cmの電波スペクトル線の出版されたデータを解析することにより、原子ガスの大局的な三次元分布を描き出している。ガスの三次元分布を描くには運動学的距離を使用するが、天の川銀河の内域では、一般に一つの視線一つの視線速度に二つの運動学的距離が対応する二意性が存在する。そこで申請者は、銀河系内域で距離の二意性が存在しない、太陽と銀河中心を直径の両端とする円周上の点において、ガス層の銀河面に垂直な方向の厚みを見積もり参照しつつ、距離の二意が発生する点につき銀緯分布を2成分に分離して近い点、遠い点それぞれのガス量を求める方法を考案した。このようにして初めて描かれた原子ガス分布の三次元の大局的構造から、円盤周縁部のゆがみなどの既知の特徴に加えて、円盤の外形が非対称な楕円形をしている特徴が発見された。

第3章(第2部)では、第2章で展開された手法を、一酸化炭素 CO の波長2.6mmの電波スペクトル輝線の出版されたデータに適用し、天の川銀河全体の分子ガスの大局的な三次元構造を初めて描き出している。その図から、これまで部分的に認識されていた渦巻き腕がより大局的なスケールで確認された。

第4章(第2部)では、前の2章で作成した原子ガスおよび分子ガスの三次元分布を合成して、星間ガス全体の三次元分布を描くとともに、原子ガスおよび分子ガスの存在量を相互に比較している。原子ガスと分子ガスの面密度の比較からは、半径6-8 kpcで分子の割合が急変する特徴(分子前線)が再確認されたが、さらに渦巻きの腕に対応して分子ガスの割合が上昇する特徴が初めて見いだされた。これは分子ガスと原子ガスの比が変化するタイムスケールに、

1 千万年という上限を与える。三次元分布を描き出した本研究で、さらに天の川銀河全域にわたる原子ガスと分子ガスの体積密度の比較が可能となる。その結果、ある全ガス密度を境に、それ以下では原子ガスが優勢であるが、それを超えると原子ガス密度は一定となり、あとは分子ガス密度のみが増加するという一般的傾向が初めて見いだされた。また、原子ガス層と分子ガス層の厚みを踏まえた解析から、もし天の川銀河を遠方から観測したならば、ガスの面密度においても同様の傾向が観測されるであろうことが推論された。

第 5 章（第 3 部）では、おとめ座銀河団に属する 12 個の渦巻き銀河の、CO スペクトル輝線による観測結果が示されている。観測は申請者らが国立天文台野辺山宇宙電波観測所の 45m 望遠鏡を用いて行ったものである。

第 6 章（第 3 部）では、第 5 章で CO 観測の結果が示された銀河のうち 6 個について、水素原子スペクトル輝線による観測結果が示されている。うち 3 個は、申請者が米国立電波天文台の VLA に提案して観測を行ったもの、3 個はアーカイブされた生データを申請者が再解析したものである。

第 7 章（第 3 部）では、前の 2 章で示した観測データに出版されているデータを加えて、おとめ座銀河団の 11 個の渦巻き銀河について、原子ガスと分子ガスの分布を比較している。銀河団の中心に近い 5 個では、星間ガス中の分子ガスの割合が異常に高い。銀河間ガス中を銀河が高速で運動することによる原子ガスのはぎ取りの条件を吟味した結果、異常に高い分子の存在比は、原子ガスのはぎ取りの影響であることが推論された。原子ガスのはぎ取りの影響が顕著でない他の 6 個について原子ガスと分子ガスの面密度を比較したところ、天の川銀河で見いだされたものと同様、全ガス面密度がある臨界値を超えると原子ガスの面密度が飽和する傾向が見られ、この現象が普遍的であることが確認された。飽和する面密度は銀河により異なるが、それが銀河のどのような特性を反映しているかは興味深く、今後の研究課題である。

第 8 章（第 4 部）ではそれまでの結論がまとめられている。

以上のように本論文は、申請者の独自の工夫にもとづく天の川銀河の星間ガスの三次元構造の描出を足がかりに、天の川銀河の原子ガスと分子ガスの間の密接な関係を見だし、さらにそれが近傍の銀河団の渦巻き銀河についても成り立つ普遍的な傾向であることを確認した重要な研究であり、高く評価できる。なお、本論文は、祖父江義明、久野成夫、小野寺幸子、佐藤奈穂子、廣田晶彦、江草英実、濤崎智佳、徂徠和夫、中井直正、塩谷泰広、幸田 仁との共同研究であるが、論文提出者が主体となって観測、解析、議論を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。